

А. В. Канарский, Я. В. Казаков, Е. О. Окулова // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18, №. 6 – С. 151–153.

2 Hui Zhang. Physico-chemical Properties and Antioxidant Activities of Dietary Fiber Derived from Defatted Rice Bran. // Advance Journal of Food Science and Technology. – 2011. – № 3 – Р. 339–347 (2011).

3 Вураско, А. В. Целлюлоза из однолетних растений. Окислительно-органосольвентные варки. / А. В. Вураско, Б. Н. Дриккер. Издательство LAP LAMBERT Academic Publishing, Германия, 2014. – 130 с.

4 Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. М., 1991. – 320 с.

УДК 676.03 : 676.2

А. С. Смолин, проф., д-р техн. наук [smolin@gturp.spb.ru](mailto:smolin@gturp.spb.ru);

Е. С. Николаев, асп. [egor.n@mail.ru](mailto:egor.n@mail.ru)

(СПбГТУРП, г. Санкт-Петербург)

### **КОМПЛЕКСНЫЕ КРИТЕРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ МАКРОСТРУКТУРЫ БУМАГИ**

Макроструктура бумажного листа является важнейшей характеристикой, определяющей многие эксплуатационные свойства бумаги и картона. Неравномерность макроструктуры бумаги негативно влияет на показатели безобрывной проводки (*runnability*), печатные и прочностные свойства бумаги, так как неоднородность макроструктуры бумаги – это не только неоднородность распределения её структурных элементов, но и неоднородность её физических свойств. Решение проблемы получения бумаги с неоднородной структурой актуально с точки зрения экономии. Прочность образцов бумаги с однородной структурой выше, чем у бумаги, имеющей неоднородную структуру. Улучшение однородности структуры бумаги позволит изготавливать бумагу с меньшей массой  $m^2$  при сохранении прочностных характеристик, что приведет к экономии сырья, а как следствие этого, к удешевлению готовой продукции.

Основным процессом, влияющим на неравномерность макроструктуры бумаги, является флокуляция волокон в гидросуспензиях. Уровень флокуляции определяется видом волокнистого материала и характером волокон. Длина волокна, диаметр, фракционный состав, грубость, жесткость, гибкость волокна во влажном состоянии (*WFF*), поверхностные свойства, поверхностный заряд, форма волокна - это характеристики волокнистого материала, влияющие на флокуляцию волокон. Наряду с вышеуказанными факторами, относящимися к

свойствам волокнистого материала, следует отметить, что на тенденцию волокон к флокуляции существенное влияние оказывают производственные параметры, такие, как концентрация волокон, вязкость суспензий, температура, концентрация и вид химических добавок, рН среды, уровень турбулентности волокнистой суспензии, время обезвоживания, скорость подачи волокнистой массы на сетку БДМ, соотношения скорости массы и сетки БДМ. В связи с этим, флокуляция – весьма сложный процесс, который может быть описан посредством комплексных критериев, суммирующих факторы, способствующих и препятствующих флокуляции.

В системах автоматического управления производством бумаги и картона отсутствует контур по регулированию макроструктуры бумажного листа, несмотря на то, что существует ряд приборов по оперативной (online) оценке однородности макроструктуры. Это связано, прежде всего, с тем, что очень велико количество факторов и параметров, влияющих на равномерность макроструктуры листа, причем это влияние может быть разнонаправлено. Различные факторы и параметры могут быть объединены в комплексные критерии, суммирующие воздействия различных параметров и могут быть использованы, как управляющие величины для автоматического регулирования равномерности макроструктуры бумажного полотна.

Комплексные критерии структурообразования и флокуляции:

#### ***Линейный заряд***

$$\text{Линейный заряд} = \frac{|\zeta|}{L}, \text{ (мВ/мм)} \quad (1)$$

где  $|\zeta|$  – абсолютное значение дзета-потенциала, мВ;  $L$  – средневзвешенная длина волокна, мм [1].

Линейный заряд, то есть величина электрокинетического потенциала, отнесённая к длине волокна. Физический смысл этого критерия – величина заряда, приходящаяся на единицу длины волокна. Результаты показали, что образцы с большим линейным зарядом имели меньшую склонность флокулироваться.

#### ***Потенциал формования***

$$FP = L \times \delta, \text{ кг} \quad (2)$$

где  $FP$  – потенциал формования = массе одного волокна в кг;  $L$  – средневзвешенная длина волокна, м;  $\delta$  – показатель крупности/грубости волокна, кг/м [2].

#### ***Краудинг-фактор $N$***

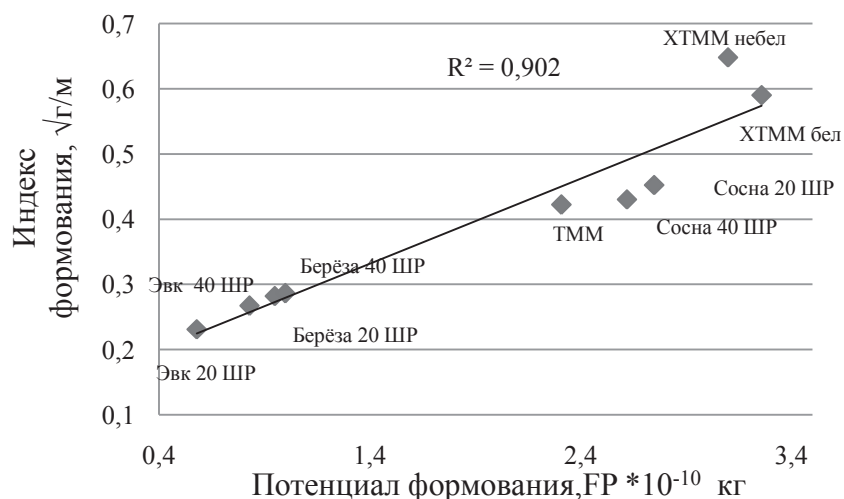
Исходя из концепции краудинг-фактора: если две волокнистые суспензии, приготовленные из различных полуфабрикатов, имеют одинаковый краудинг критерий  $N$ , то данные суспензии имеют одина-

ковую склонность к флокуляции. Физический смысл числа краудинг  $N$  – это количество волокон в объёме сферы с диаметром равным длине волокна.

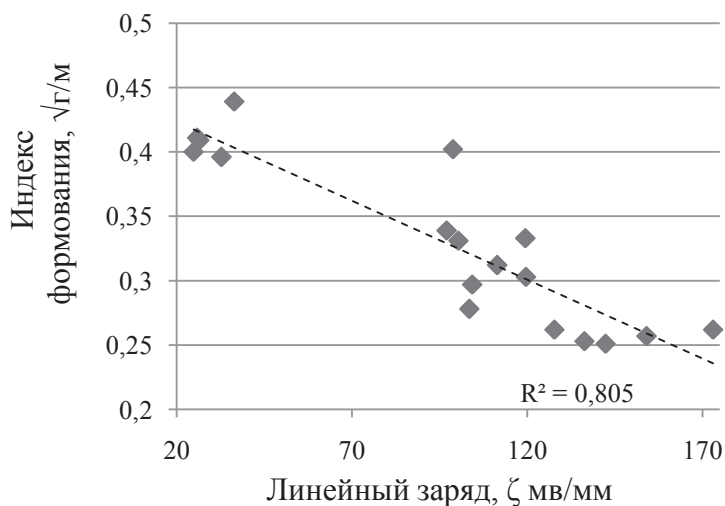
$$N_{crowd} = \frac{5C_m L^2}{\delta}, \quad (3)$$

где  $C_m$  – массовая концентрация, %;  $L$  – средневзвешенная длина волокна, м;  $\delta$  – показатель грубости волокна, кг/м [3].

**Полученные результаты:**

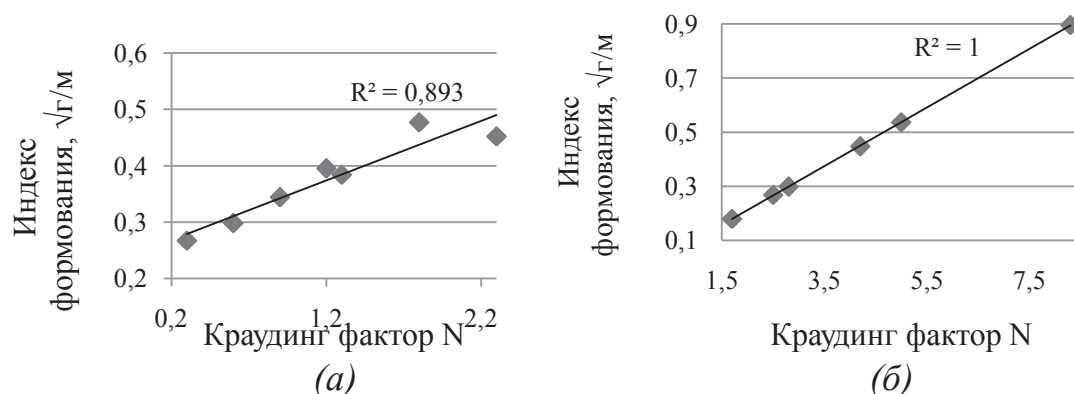


**Рисунок 1 – График зависимости измеряемого индекса формования ( $\beta$  formation tester) от расчётного критерия потенциал формования  $FP$**



**Рисунок 2 – График зависимости измеряемого индекса формования ( $\beta$  formation tester) от комплексного критерия линейный заряд.**

(В данной серии экспериментов отливки с массой  $60 \text{ г/м}^2$  изготавливались из волокон сосны, березы и эвкалипта со степенями помола 20, 30, 50, 60, 70 и  $80^\circ\text{ШР}$ )



**Рисунок 3 – График зависимости измеряемого индекса формования ( $\beta$  formation tester) от комплексного критерия**

(В серии экспериментов 3 (а) отливки с массой  $60 \text{ г/м}^2$  изготавливались из смеси волокон сосны  $20^\circ \text{ШР}$  и эвкалипта  $40^\circ \text{ШР}$ . В серии экспериментов 3 (б) отливки с массой  $60 \text{ г/м}^2$  и  $100 \text{ г/м}^2$  изготавливались из волокон сосны  $40^\circ \text{ШР}$  при различных концентрациях отлива. Концентрации отлива при  $m^2=60 \text{ г/м}^2 = 0,179, 0,268$  и  $0,536 \text{ г/л}$ ; для  $m^2=100 \text{ г/м}^2$  концентрации  $= 0,298, 0,477$  и  $0,895 \text{ г/л}$ )

## Выводы

Результаты показывают, что наиболее сильной корреляцией с макроструктурой бумаги (формованием) обладают: критерий  $FR$  – потенциал формования – степень корреляции  $0,9$  и критерий краудинг фактор  $N$  – степень корреляции –  $0,89$  и  $1$ . Данные комплексные критерии могут быть использованы, как управляющие величины для автоматического регулирования равномерности макроструктуры бумажного полотна. Критерий линейный заряд показал более слабую корреляцию с макроструктурой бумажного листа ( $0,8$ ), что объясняется низкой концентрацией отлива на листоотливном аппарате ( $0,0179\%$ ), высокая степень разбавления водой нивелирует эффект химических реагентов на значения дзета-потенциала. Критерий линейный заряд может быть полезен и показать более сильную корреляцию при отливе при концентрациях применимых в производстве бумаги ( $0,1\text{--}1\%$ ).

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Смолин, А. С. Межволоконные связи и макроструктура бумаги и картона /А. С. Смолин// Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук, 1999. – С. 10–26.
- 2 Kiviranta, A. J. Fiber and forming-related mechanisms affecting formation / A. J. Kiviranta// TAPPI proceedings, Papermakers Conference, 1996. – P. 239–245.
- 3 Kerekes, R. J. Effect of fiber length and coarseness on pulp flocculation /R. J. Kerekes, C. J. Schell// Tappi journal, Vol. 78, № 2, 1995. – P. 133–139.